

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-255267

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 17/40

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

3 5 0 K

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平7-59268

(22) 出願日 平成7年(1995)3月17日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 渡辺 睦

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(72) 発明者 八木 稔

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(72) 発明者 服部 寛

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番30号

株式会社東芝関西支社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

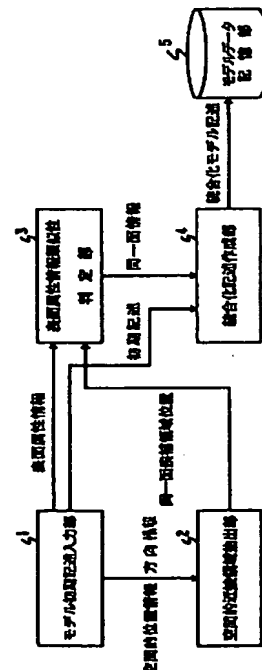
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モデルデータ作成装置及びモデルデータ作成方法

(57) 【要約】

【目的】 物体や表示対象などのモデルデータの作成を自動的に行う装置を提供すること。

【構成】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルを表面属性情報を含めデータとして表現した初期記述を入力する入力手段1と、この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出手段2と、この抽出された部分領域に対し、表面属性情報の類似性を判定する判定手段3と、この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成してこれをモデルデータとして出力する統合化記述作成手段4とを備える。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルを表面属性情報を含めデータとして表現した初期記述を入力する入力手段と、

この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出手段と、

この抽出された部分領域に対し、表面属性情報の類似性を判定する判定手段と、

この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成してこれをモデルデータとして出力する統合化記述作成手段と、を備えることを特徴とするモデルデータ作成装置。

【請求項 2】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルをデータとして表現した初期記述を入力するものであって、上記初期記述を空間格子、または 3 角形パッチの集合として与えた記述として入力する入力手段と、

この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出手段と、

この抽出された部分領域に対し、表面属性情報の類似性を判定する判定手段と、

この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成してこれをモデルデータとして出力する統合化記述作成手段と、を備えることを特徴とするモデルデータ作成装置。

【請求項 3】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルをデータとして表現した初期記述を入力するものであって、上記初期記述を空間格子、または 3 角形パッチの集合として与え、かつ、三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報に対応させたデータの集合としての、或いは 3 角形パッチに色、模様などの表面属性情報に対応させたデータの集合として記述して入力する入力手段と、

この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出手段と、

この抽出された部分領域に対し、各点毎の色ベクトルから記述単位における正規化値を計算し比較することにより表面属性情報の類似性を判定する判定手段と、

この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成し、モデルデータとして出力する統合化記述作成手段と、を備えることを特徴とするモデルデータ作成装置。

【請求項 4】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルをデータとして表現した初期記述を入力するものであって、上記初期記述を空間格子、または 3 角形パッチの集合として与え、かつ、三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報に対応させたデータの集合としての、或いは 3 角形パッチに色、模様などの表面属性情報に対応させたデータの集合として記述して入力する入力手段と、

この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域

2

を抽出する抽出手段と、

この抽出された部分領域に対し、各点毎の色ベクトルから記述単位における正規化値を計算し比較することにより表面属性情報の類似性を判定する判定手段と、

この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成し、モデルデータとして出力し、また、この統合化された初期記述の単位毎の三次元位置、方向情報を用いて自由曲面を推定する統合化記述作成手段と、を備えることを特徴とするモデルデータ作成装置。

【請求項 5】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルを表面属性情報を含めデータとして表現した初期記述を入力する入力ステップと、

この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出ステップと、

この抽出された部分領域に対し、表面属性情報の類似性を判定する判定ステップと、

この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成してこれをモデルデータとして出力する統合化記述作成ステップと、を備えることを特徴とするモデルデータ作成方法。

【請求項 6】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルをデータとして表現した初期記述を空間格子、または 3 角形パッチの集合として与えた記述として入力する入力ステップと、

この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出ステップと、

この抽出された部分領域に対し、表面属性情報の類似性を判定する判定ステップと、

この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成してこれをモデルデータとして出力する統合化記述作成ステップと、を備えることを特徴とするモデルデータ作成方法。

【請求項 7】 表示対象あるいは制御対象の三次元モデルをデータとして表現した初期記述を空間格子、または 3 角形パッチの集合として与え、かつ、三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報に対応させたデータの集合としての、或いは 3 角形パッチに色、模様などの表面属性情報に対応させたデータの集合として記述して入力する入力ステップと、

この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出ステップと、

この抽出された部分領域に対し、各点毎の色ベクトルから記述単位における正規化値を計算し比較することにより表面属性情報の類似性を判定する判定ステップと、

この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成し、モデルデータとして出力する統合化記述作成ステップと、を備えることを特徴とするモデルデータ作成方法。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば三次元CADや三次元コンピュータグラフィックス、移動ロボット制御、及び画像認識で用いられるモデルデータを自動的に作成する目的で用いられるモデル記述作成のためのモデルデータ作成装置及びモデルデータ作成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、工業部品などの設計を支援するための三次元CAD（計算機援用設計）、あるいは三次元コンピュータグラフィックス（CG）を用いた映像作成、あるいは知能移動ロボットなど、画像作成、画像処理、画像認識といった画像に関する計算機処理のニーズが、急速に拡大している。

【0003】これらの計算機処理技術においては、設計またはコンピュータグラフィックス表示を行う対象、またはロボットが移動する環境の認識のための幾何形状、表面属性、及び必要に応じて動きのデータを計算機（コンピュータ）に入力することが必要である。

【0004】すなわち、計算機が扱えるように、対象やその対象に対する状態などの表現を行ない、そのデータを与えて計算機に処理を実行させることにより、設計支援を行ったり、CG画像を作成したり、ロボットの撮像手段がとらえた周囲の画像（環境の画像）より得た周囲の形状や状態の三次元表現された形状情報に基づいて該ロボットのコントロールを行ったりできるようになる。この表現過程をモデリングと呼び、計算機内部に表現された数値データをモデルと呼ぶ。そして、この部分は現在、人手により多くの手間を掛けて行っており、生産性やコストの点からも処理の自動化が強く望まれているところである。そのため、この問題を解決する処理装置の研究が日夜進められている。

【0005】ところで最近、三次元CADへの適用のために、レンジファインダと呼ばれる距離画像入力装置を用いて、呈示した対象の形状の自動入力を行うシステムが提案されている。しかし、レンジファインダの測定距離限界のため、現状の技術では入力できる対象は小さい物体に限られており、汎用性に欠ける問題がある。

【0006】更には、レンジファインダはレーザ光を使用して距離測定を行なうものであり、測定距離限界を大きくするためには、レーザ出力を増大せねばならないが、これは同時に人体への危険性をも増大させることになり、オフィスなどの屋内環境で利用するには適さないという問題もあり、また、レーザ光をスキャンしながら対象に照射し、計測する方式のため、入力時間が多くかかるという問題点があるなど、改善すべき点を多くかかるまた、コンピュータグラフィックス表示を目的とした場合、色、模様など表面属性のデータが必要となるが、これら色、模様など表面属性のデータを得るためにはテレビカメラ画像も同時に入力、解析を行わねばならない。しかし、レンジファインダは対象物の距離情報を

入力するためのものであり、レーザレンジファインダで得られる距離画像とテレビカメラ画像は異なる視点位置で得られる異種の情報であり、これらを結合することは容易ではない。

【0007】そこで、モデリングにあたり、テレビカメラで得た画像から直接、対象の三次元情報を抽出することが考えられている。すなわち、従来よりテレビカメラで得た画像から直接対象の三次元情報を抽出する手法として、複数台のカメラを用い三角測量の原理を利用したステレオ法や、1台のカメラで焦点距離を変化させて得た画像系列を解析し三次元情報を得る技術などの研究が活発に行われている。

【0008】そして、これらの技術をモデリングに適用した例として、例えば臨場感通信や会議を想定し、ステレオ視の技術を用いて人間の顔の形状を自動入力する研究が行われている。

【0009】また、屋内を移動するロボットに、超音波センサや複数台のカメラを搭載して、移動する空間の概略記述を自動作成する研究も行われている。しかし、これらの研究では、対象は顔や柱、ドアといった、従来技術のうち単独の手法で処理するのが容易な物体に限定されており、例えば事務計算機器や書類が置かれた机の上や本の並んだ書棚のような複雑な領域はうまく入力することはできなかった。また入力されたデータを検証・修正する手段がないため、ノイズなどの影響により三次元距離入力に欠落、誤差が生じた場合、これを回復することができず、不完全なデータしか供給できないという問題点を有していた。

【0010】従って、上記の理由により、従来提案されている手法は、三次元コンピュータグラフィックスによる自由な映像の作成や、移動ロボットの制御に利用される環境モデルを自動的に作成する目的に適用するには、未だ不十分であると考えられる。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、本件発明者らは既に、上記の問題点を解決する方式として、ステレオ視などのカメラ画像処理により得られる三次元距離、及び色、模様などの表面属性情報を統合し、モデル記述結果を用いたCG映像化結果とカメラ画像との比較・検証により、精度の高い三次元モデルデータを自動的に作成する技術に関して種々の提案を行ってきた（特願平05-248992号、特願平05-292251号、特願平05-296895号他参照）。

【0012】しかしながら、これら提案の技術では、三次元空間を格子状に分割した小領域に表面属性情報を対応させたデータの集合、或いはステレオ視により距離情報が得られたエッジセグメントを含む3角形パッチに表面属性情報を対応させたデータの集合としてモデル記述を想定していたため、生成されるのは空間格子状、あるいは三角形パッチ状のモデル記述であり、面単位で対象

5

を記述することができず、曲面を含む物体の記述能力の面でまだ解決すべき問題を残していた。

【0013】すなわち、生成されるモデル記述は空間格子状、あるいは三角形パッチ状であり、このようなモデル記述の場合、データがこま切れであるので、映像作成にあたって対象の平行移動、回転などの処理を行う際に、格子単位、または三角形パッチ単位などそれぞれ処理すべきデータが多いから処理の高速化ができないという問題がある。

【0014】そのため、このようなモデル記述を三次元CADや三次元コンピュータグラフィックス、画像認識等で利用するにあたって処理が遅い分、操作性が悪いという問題を招き、また、生産性も悪くなるという問題が残る。

【0015】そこでこの発明の目的とするところは、上記のモデル記述に係わる問題点を解決し、物体や表示対象など各種対象について、三次元空間を格子状に分割した小領域に表面属性情報を対応させたデータの集合、或いは三角形パッチに表面属性情報を対応させたデータの集合としてモデル記述した初期記述を与えるだけで、これを面単位で記述したモデル記述に自動変換して生成することができるようにし、これによってこのモデル記述を三次元CADや三次元コンピュータグラフィックス、画像認識等で利用した場合に処理の高速化が図れると共に、操作性や生産性を著しく改善することが可能なモデル記述を得ることができるモデルデータ作成装置及び方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明はつぎのようにする。すなわち、第1には、表示対象あるいは制御対象の三次元モデルを表面属性情報を含めデータとして表現した初期記述を入力する入力手段と、この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出手段と、この抽出された部分領域に対し、表面属性情報の類似性を判定する判定手段と、この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成してこれをモデルデータとして出力する統合化記述作成手段とを備える。

【0017】また、第2には、表示対象あるいは制御対象の三次元モデルをデータとして表現した初期記述を入力するものであって、上記初期記述を空間格子、または三角形パッチの集合として与え、かつ、三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合としての、或いは三角形パッチに色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合として記述して入力する入力手段と、この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出手段と、この抽出された部分領域に対し、各点毎の色ベクトルから記述単位における正規化値を計算し比較することにより表面属性情報の類似性を判定する判定手段

6

と、この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成し、モデルデータとして出力する統合化記述作成手段とを備える。

【0018】

【作用】本発明においては、表示対象あるいは制御対象の三次元モデル初期記述を入力する手段があり、上記対象の三次元モデルを、表面属性情報を含めデータとして表現した初期記述を入力する。これは例えば、上記対象について三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合、或いは三角形パッチに色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合として記述したものであり、このようなモデル初期記述を、この入力手段により入力する。

【0019】この入力された初期記述に対し、空間的に近接した部分を抽出する手段により同一面を構成する領域の候補を抽出する。そして、この抽出された候補領域に対し、色、模様などの表面属性情報の類似性を比較する手段により、同一面を構成するかどうかの判定を行う。統合化記述を作成する手段では、この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成し、これをモデルデータとして出力する。

【0020】このように、色、模様などの表面属性情報を有する空間格子単位記述や三角形パッチ単位記述によるモデル初期記述を与えるだけで、同一面を構成する部分の候補を抽出し、同一面を有するものであるか否かを自動的に判定して、同一面を構成する部分について統合化した記述を自動生成すると共にこれをモデルデータとして出力するようにしたので、物体や表示対象などについての面単位で記述したモデル記述を自動生成することができるモデルデータ作成装置が得られる。

【0021】

【実施例】以下、図面に基づき、本発明の実施例について説明する。図1に本発明全体の構成、及び構成要素間の情報の流れを示す。図に示すように、本装置はモデル初期記述入力部1、空間的近接領域抽出部2、表面属性情報類似性判定部3、統合化記述作成部4、モデルデータ記憶部5により構成される。

【0022】これらのうち、モデル初期記述入力部1はモデリングの対象について、三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合、或いは三角形パッチに色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合として記述された三次元モデル初期記述として入力するものである。このモデル初期記述入力部1は記憶部を有して三次元モデル初期記述をここに保持し供給することができるようにしてある。

【0023】また、空間的近接領域抽出部2は、このモデル初期記述入力部1から与えられた初期記述における空間的位置、方向情報を用いて、同一面を構成する領域

の候補を抽出するものである。表面属性情報類似性判定部 3 は、この空間的近接領域抽出部 2 により抽出された同一面候補領域に対し、初期記述における、色、模様などの表面属性情報を抽出し類似性を判定して、同一面を構成する領域を選択し、表面属性情報の再推定などの処理を行うものである。

【0024】統合化記述作成部 4 は、この表面属性情報類似性判定部 3 から得られた同一面情報に基づき、モデル初期記述入力部 1 の記憶部に保持されている初期記述から同一面を構成する部分領域を統合化したモデルデータ記述を作成し、モデルデータ記憶部 5 に出力するものである。

【0025】また、モデルデータ記憶部 5 は、統合化記述作成部 4 の出力するモデルデータ記述を記憶保持するものである。つぎにこのような構成の本装置の作用を図 2 を参照して説明する。図 2 は図 1 の構成要素間の情報の流れに対応した処理の流れ（方式）を示す流れ図であり、図のステップ S 1 に示すように、まず、モデル初期記述の入力を行う。

【0026】すなわち、モデル初期記述入力部 1 では、モデリングの対象について、三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合、或いは 3 角形パッチに色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合として記述された三次元モデル初期記述として入力する。

【0027】この初期記述は、ステレオ視などのカメラ画像処理により得られる三次元距離、及び色、模様などの表面属性情報を統合し、モデル記述結果を用いた CG 映像化結果とカメラ画像との比較・検証により、精度の高い三次元モデルデータを自動的に作成する技術である例えば本件発明者が提案して既に特許出願されている特願平 05-248992 号に開示した技術を用いることによって対象物をとらえた画像データから自動的に生成して与えることができる。

【0028】空間的近接領域抽出部 2 では、この入力された初期記述における空間的位置、方向情報を利用することにより、同一面を構成する領域の候補を抽出する（図 2 のステップ S 2）。

【0029】表面属性情報類似性判定部 3 では、この抽出された同一面候補領域に対し、初期記述における“色”や“模様”などの表面属性情報を抽出し（図 2 のステップ S 3）、類似性を判定することにより、同一面を構成する領域を選択し、表面属性情報の再推定などの処理を行う（図 2 のステップ S 4）。

【0030】統合化記述作成部 4 では、この同一面情報に基づき、モデル初期記述入力部 1 に記憶されている初期記述から同一面を構成する部分領域を統合化したモデルデータ記述を作成し（図 2 のステップ S 5）、モデルデータ記憶部 5 に出力する。そして、モデルデータ記憶部 5 ではこのモデルデータ記述を格納して保持する（図

2 のステップ S 6）。

【0031】以上は本発明装置およびその動作の概要であるが、次に、本装置の構成要素の詳細について説明する。モデル初期記述における三次元形状情報は、図 3（a）に示すような空間格子単位、または図 3（b）に示すような 3 角形パッチ単位で記述されている。

【0032】色、模様などの表面属性情報は、三次元形状情報を得るのに用いたカメラ画像を処理することにより抽出され、記述単位毎（図 3（a）の如き空間格子単位記述の場合では各空間格子毎、図 3（b）の如き 3 角形パッチ単位記述の場合では各 3 角形パッチ毎）に数値化記述されている。前記モデル初期記述入力部 1 では、この情報を直接入力し、記憶部である一次記憶領域に格納して保持させる。

【0033】図 4 に、前記空間的近接領域抽出部 2 の具体化構成の一例を示す。図に示すように、空間的近接領域抽出部 2 は、隣接記述単位抽出部 2 1、表面法線方向計算・比較部 2 2、同一面候補域選択部 2 3、同一面候補記憶部 2 4 より構成される。

【0034】これらのうち、隣接記述単位抽出部 2 1 は、入力された初期記述の記述単位を選択し、これに隣接する記述単位の三次元位置・方向情報を抽出するものであり、表面法線方向計算・比較部 2 2 は、この抽出された隣接する記述単位の三次元位置・方向情報を基に、表面法線方向を計算し、各表面法線間の角度の差を計算するものである。

【0035】また、同一面候補域選択部 2 3 は、この計算により求められた角度の差が、予め定めたしきい値以下の記述単位のみを、同一の面を構成する候補として抽出するものであり、この抽出した候補を同一面候補記憶部 2 4 に与えて記憶させるべく制御するものであり、同一面候補記憶部 2 4 は、この同一面候補域選択部 2 3 からの抽出された候補を記憶するものである。

【0036】このような構成において、隣接記述単位抽出部 2 1 は、モデル初期記述入力部 1 から入力された三次元モデル初期記述の記述単位を選択し、これに隣接する記述単位の三次元位置・方向情報を抽出する。これはつぎのようにして行う。

【0037】例えば三次元モデル初期記述が、空間格子を記述単位とする記述の場合は、モデルの空間格子それぞれについて空間格子の有する 6 つの面に対して隣接する空間格子が存在するかどうか調べる。一方、三次元モデル初期記述が、3 角形パッチを記述単位とする記述の場合は、3 辺に隣接する 3 角形パッチが存在するかどうか調べる。この処理を、隣接する記述単位全てについて行うことにより、空間的に纏まった領域を抽出する。そして、この抽出した隣接する記述単位の三次元位置・方向情報は表面法線方向計算・比較部 2 2 に与える。

【0038】表面法線方向計算・比較部 2 2 は、この抽出された隣接する記述単位の三次元位置・方向情報を基

に、表面法線方向を計算し、この角度の差を計算する。そして、この計算した角度差を同一面候補域選択部 23 に与える。

【0039】同一面候補域選択部 23 は、この角度の差が、予め定めたしきい値以下の記述単位のみを、同一の面を構成する候補として抽出する。そして、この候補を同一面候補記憶部 24 に与えて記憶させる。同一面候補域選択部 23 による上記候補選択は、しきい値を小さくする程、曲率の小さい平面上の記述単位のみが選択されることになる。

【0040】図 5 に、上記の構成要素に対応した処理の流れを示す。これは、図 2 に示した処理全体の流れのうち、ステップ S2 の処理である空間的近接領域抽出処理の具体化フローに対応している。

【0041】すなわち、隣接記述単位抽出部 21 は、モデル初期記述入力部 1 から入力された三次元モデル初期記述の記述単位を選択し（図 5 のステップ S11）、これに隣接する記述単位の三次元位置・方向情報を抽出する（図 5 のステップ S12）。

【0042】この処理により空間的に纏まった領域が抽出される。そして、この抽出した隣接する記述単位の三次元位置・方向情報は表面法線方向計算・比較部 22 に与える。

【0043】表面法線方向計算・比較部 22 は、この抽出された隣接する記述単位の三次元位置・方向情報を基に、表面法線方向を計算し、角度の差を計算する（図 5 のステップ S13）。そして、この計算した角度差を同一面候補域選択部 23 に与える。

【0044】同一面候補域選択部 23 は、この角度の差が、予め定めたしきい値以下であるか否かを判定し（図 5 のステップ S14）、しきい値以上であればステップ S12 の処理に戻り、しきい値以下であれば図 5 のステップ S15 に進むことにより、上述の角度の差が、予め定めたしきい値以下の記述単位のみを、同一の面を構成する候補として抽出する。

【0045】そして、ステップ S15 では同一面候補としてグループ化し、このグループ化した候補を同一面候補記憶部 24 に与えて記憶させた後、ステップ S16 において全隣接領域を終了したか否かを判定し、終了していなければステップ S12 に戻り、全隣接領域を終了していればステップ S17 において前記述単位を終了したか否かを調べ、終了していなければステップ S11 に戻り、終了していれば、表面属性情報抽出処理 S3 へと処理を移す。

【0046】以上がここでの処理である。ところで、上記同一面候補記憶部 24 に格納された結果は、空間的に連続、且つ表面形状が類似した領域であるが、必ずしも類似した表面属性を持っているわけではない。そこで、この表面属性の類似性判定による同一面抽出は、前記表面属性情報類似性判定部 3 において行うことになる。

【0047】図 6 に、このような判定を行うための表面属性情報類似性判定部 3 の具体的構成例をブロック図で示す。図 6 に示すように、表面属性情報類似性判定部 3 は同一面候補領域表面属性情報抽出部 31、正規化色ベクトル計算部 32、表面属性類似性判定部 33 より構成されている。

【0048】同一面候補領域表面属性情報抽出部 31 は、前記空間的近接領域抽出部 2 における前記同一面候補記憶部 24 に記憶された候補領域の表面属性情報を取り込むと共に、この取り込んだ候補領域についての表面属性情報は前記モデル初期記述入力部 1 の記憶部から抽出し、これを用いて各点毎の色ベクトル ( $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ ,  $B(x, y)$ ) の記述単位全体での平均値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) を計算するものである。また、正規化色ベクトル計算部 32 は、この記述単位全体での平均値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) を基に、正規化値 ( $R/(R+G+B)$ ,  $G/(R+G+B)$ ,  $B/(R+G+B)$ ) を求める処理を行うものであり、表面属性類似性判定部 33 は、候補領域に含まれる記述単位を 2 つずつ選択し、これらの正規化色ベクトル 3 成分に加え、( $R+G+B$ ) で計算される平均化明度値の 4 成分を比較し、4 成分の差が全てしきい値以下であれば、両記述単位が同一面に属すると判定する処理を行うものである。

【0049】本実施例では、表面属性情報として、各記述単位の 1 点 ( $x, y$ ) 毎の色ベクトル ( $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ ,  $B(x, y)$ ) がモデル初期記述入力部 1 での初期記述として得られているとする。

【0050】同一面候補領域表面属性情報抽出部 31 では、前記空間的近接領域抽出部 2 における前記同一面候補記憶部 24 に記憶された候補領域についての表面属性情報を、前記モデル初期記述入力部 1 の記憶部に記憶された情報中から抽出し、これを用いて各点毎の色ベクトル ( $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ ,  $B(x, y)$ ) の記述単位全体での平均値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) を計算する。すなわち、前記モデル初期記述入力部 1 の記憶部には空間格子単位、または 3 角形パッチ単位で記述されている三次元形状情報および色、模様などの表面属性情報が記憶されているので、これより前記同一面候補記憶部 24 に記憶された候補領域それぞれに対応する表面属性情報を抽出し、各点毎の色ベクトル ( $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ ,  $B(x, y)$ ) の記述単位全体での平均値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) を計算することになる。

【0051】正規化色ベクトル計算部 32 では、同一面候補領域表面属性情報抽出部 31 の計算したこの記述単位全体での平均値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) を基に、正規化値 ( $R/(R+G+B)$ ,  $G/(R+G+B)$ ,  $B/(R+G+B)$ ) を求める。そして、この求めた結果を表面属性類似性判定部 33 に与える。

【0052】表面属性類似性判定部 33 では、候補領域に含まれる記述単位を 2 つずつ選択し、これらの正規化

11

色ベクトル3成分に加え、 $(R+G+B)$ で計算される平均化明度値の4成分を比較し、4成分の差が全てしきい値以下であれば、両記述単位が同一面に属すると判定する。

【0053】図7に、上記の如き表面属性情報類似性判定部3の構成要素に対応した処理の流れを示す。これは図2に示した処理全体の流れのうち、ステップS3の処理である表面属性情報抽出処理、及びステップS4の処理である類似性判定処理の具体化フローに対応している。

【0054】すなわち、空間的近接領域抽出処理S2から表面属性情報抽出処理S3の処理に移ると、まずこの処理における最初の処理であるステップS21を実施する。すなわち、ステップS21の処理は同一面候補領域に属する記述単位の選択処理であり、同一面候補領域表面属性情報抽出部31は、前記空間的近接領域抽出部2における前記同一面候補記憶部24に記憶された候補領域についての表面属性情報を、前記モデル初期記述入力部1の記憶部に記憶された情報中から抽出する。つぎにこれをを用いて各点毎の色ベクトル $(R(x, y), G(x, y), B(x, y))$ の記述単位全体での平均値 $(R, G, B)$ を計算する(ステップS22)。

【0055】すなわち、前記モデル初期記述入力部1の記憶部には空間格子単位、または3角形パッチ単位で記述されている三次元形状情報および色、模様などの表面属性情報が記憶されているので、これより前記同一面候補記憶部24に記憶された候補領域それぞれに対応する表面属性情報を抽出し、各点毎の色ベクトル $(R(x, y), G(x, y), B(x, y))$ の記述単位全体での平均値 $(R, G, B)$ を計算することになる。

【0056】これでステップS21、S22の処理が終り、つぎの処理に入る。これはステップS23の処理とステップS24の処理である。ステップS23の処理は正規化色ベクトル計算部32により行われ、正規化色ベクトル計算部32では、同一面候補領域表面属性情報抽出部31の計算したこの記述単位全体での平均値 $(R, G, B)$ を基に、正規化値 $(R/(R+G+B), G/(R+G+B), B/(R+G+B))$ を求める。そして、この求めた結果を表面属性類似性判定部33に与える。

【0057】つぎにステップS24の処理では平均化明度を求める処理であり、 $(R+G+B)$ を求める。そして、この求めた結果を表面属性類似性判定部33に与える。これらステップS23、S24の処理が終ると、類似性判定の処理に入る。この処理は表面属性類似性判定部33で行われ、表面属性類似性判定部33では、候補領域に含まれる記述単位を2つずつ選択し、これらの正規化色ベクトル3成分に加え、 $(R+G+B)$ で計算される平均化明度値の計4成分を比較し、これら4成分の差が全てしきい値以下であれば、両記述単位が同一面に

12

属すると判定する(ステップS25)。そして、この表面属性類似性判定部33による判定結果を表面属性情報類似性判定部3の判定結果として、統合化記述作成部4に出力することになる。

【0058】前記統合化記述作成部4では、上記表面属性情報類似性判定部3の結果を基に面単位の統合化記述を作成し、前記モデルデータ記憶部5に格納させて保持することになる。

【0059】図8に、統合化記述作成部4の具体的構成例を示す。図に示すように、統合化記述作成部4は、同一面領域空間情報抽出部41、同一面領域表面属性情報抽出部42、面単位モデル記述作成・管理部43とより構成してある。

【0060】これらのうち、同一面領域空間情報抽出部41は、前記表面属性情報類似性判定部3における前記表面属性類似性判定部33で同一面と判定された記述単位の三次元空間における位置を調べ、存在範囲を抽出する機能を有するものであり、同一面領域表面属性情報抽出部42は、前記表面属性類似性判定部33で同一面と判定された各記述単位の平均色ベクトル全体の平均値 $(R_m, G_m, B_m)$ を求める機能を有するものである。

【0061】また、面単位モデル記述作成・管理部43は前記同一面領域空間情報抽出部41が抽出した空間存在範囲と同一面領域表面属性情報抽出部42の求めた各記述単位の平均色ベクトル全体の平均値 $(R_m, G_m, B_m)$ を用いて、モデル初期記述を面単位の結合化記述に変換し、これを前記モデルデータ記憶部5に格納するといった機能を有するものである。

【0062】このような構成において、同一面領域空間情報抽出部41は、前記表面属性情報類似性判定部3における前記表面属性類似性判定部33で同一面と判定された記述単位の三次元空間における位置を調べ、存在範囲を抽出する。

【0063】存在範囲は、例えば $([X_{min}, X_{max}], [Y_{min}, Y_{max}], [Z_{min}, Z_{max}])$ の様に、三次元空間座標値の区間として記述する。ここで、例えば $[X_{min}, X_{max}]$ は、記述単位のX座標値xが全て、 $X_{min} < x < X_{max}$ を満足することを示す記号として用いたものである。

【0064】同一面領域表面属性情報抽出部42は、前記表面属性類似性判定部33で同一面と判定された各記述単位の平均色ベクトル全体の平均値 $(R_m, G_m, B_m)$ を求める。

【0065】面単位モデル記述作成・管理部43は、同一面領域空間情報抽出部41の抽出した空間存在範囲 $([X_{min}, X_{max}], [Y_{min}, Y_{max}], [Z_{min}, Z_{max}])$ と、同一面領域表面属性情報抽出部42の求めた各記述単位の平均色ベクトル全体の平均値 $(R_m, G_m, B_m)$ とを用いて、モデル初期記

13

述を面単位の結合化記述に変換し、前記モデルデータ記憶部 5 に格納する。

【0066】図 9 (a) に、統合化モデル記述の内容例を模式的に示す。初期記述における空間格子、3 角形パッチ単位の上位に同一面単位記述要素が作成され、この属性として上述の空間存在範囲 ( $[X_{min}, X_{max}]$ ,  $[Y_{min}, Y_{max}]$ ,  $[Z_{min}, Z_{max}]$ )、上述の平均値 ( $R_m$ ,  $G_m$ ,  $B_m$ ) が与えられる。

【0067】例えば、画像認識のためのサーフェスモデルを構築したい場合は、この上位記述を直接用いればよい。また、CG 表示を高速化したい場合も、この上位記述を用いて面単位の映像化を行うことにより、少ないデータを扱えばよく、操作性が向上する。

【0068】図 9 (b) に、図 3 (b) に示した 3 角形パッチ単位記述から面単位記述を作成した例を示す。図 9 (b) において、符号 A1 を付して示したものはモニタディスプレイの前面に対応しており、符号 A2 を付して示したものはモニタディスプレイの側面に対応しており、符号 A3 を付して示したものはモニタディスプレイの下面に対応している。

【0069】また、符号 B1 を付して示したものはビデオデッキの前面に対応しており、符号 B2 を付して示したものはビデオデッキの側面に対応しており、符号 C を付して示したものは機の前面に対応している。

【0070】図 10 に、上記統合化記述作成部 4 の構成要素およびモデルデータ記憶部 5 に対応した処理の流れを示す。これは、図 2 に示した処理全体の流れのうち、ステップ S 5 の処理である統合化モデル記述作成処理、及びステップ S 6 の処理である記憶領域格納処理の具体化フローに対応している。

【0071】類似性判定処理 S 4 から処理が移ると、統合化記述作成部 4 の構成要素である同一面領域空間情報抽出部 4 1 は、前記表面属性情報類似性判定部 3 における前記表面属性類似性判定部 3 3 で同一面と判定された記述単位の三次元空間における位置を調べ、存在範囲を抽出する (同一面領域空間情報抽出処理) ステップ S 3 1)。

【0072】存在範囲は、例えば ( $[X_{min}, X_{max}]$ ,  $[Y_{min}, Y_{max}]$ ,  $[Z_{min}, Z_{max}]$ ) の様に、三次元空間座標値の区間として記述する。例えば  $[X_{min}, X_{max}]$  は、記述単位の X 座標値  $x$  が全て、 $X_{min} < x < X_{max}$  を満足することを示す記号として用いたものである。

【0073】同一面領域表面属性情報抽出部 4 2 は、前記表面属性類似性判定部 3 3 で同一面と判定された各記述単位の同一面領域属性情報抽出を行い (同一面領域属性情報抽出処理) ステップ S 3 2)、そして、この抽出した属性情報を用いて当該各記述単位の平均色ベクトル全体の平均値 ( $R_m$ ,  $G_m$ ,  $B_m$ ) を求める。

14

【0074】面単位モデル記述作成・管理部 4 3 は、同一面領域空間情報抽出部 4 1 の抽出した空間存在範囲 ( $[X_{min}, X_{max}]$ ,  $[Y_{min}, Y_{max}]$ ,  $[Z_{min}, Z_{max}]$ ) と、同一面領域表面属性情報抽出部 4 2 の求めた各記述単位の平均色ベクトル全体の平均値 ( $R_m$ ,  $G_m$ ,  $B_m$ ) とを用いて、モデル初期記述を面単位の結合化記述に変換し (面単位モデル記述作成処理) ステップ S 3 3)、前記モデルデータ記憶部 5 に格納する (記憶格納処理) ステップ S 3 4)。

【0075】以上に述べた各構成要素の構成例を図 1 に基づき組み合わせることにより、面単位の統合化記述を作成することができるモデル記述作成装置が得られることになる。

【0076】尚、本発明はここで述べた実施例に限定されるものではない。例えば、前記表面属性類似性判定部 3 3 において、まず記述単位全体の平均色ベクトル

( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) を求め、候補領域に含まれる 2 つの記述単位の正規化色ベクトル 3 成分と平均化明度値の計 4 成分を比較し、これら 4 成分の差が全てしきい値以下であれば両記述単位が同一面に属する判定する方式について述べたが、記述単位全体の平均色ベクトルではなく、隣接する面または 3 角形辺の周辺のみ平均色ベクトルを求め、これを比較しても良い。

【0077】例えば図 11 に示す如く、3 角形パッチを初期記述単位とする場合には、パッチ A と B の比較には領域 A1 と B1 の平均色ベクトルの比較を、パッチ A と C の比較には領域 A2 と C1 の平均色ベクトルの比較を、パッチ A と D の比較には領域 A3 と D1 の平均色ベクトルの比較を、各々行うことにより、同一面領域判定の精度を向上できる。

【0078】また、前記同一面領域空間情報抽出部 4 1 において、前記表面属性情報類似性判定部 3 3 で同一面と判定された記述単位の三次元空間における存在範囲を抽出したが、更に同一面と判定された記述単位の三次元位置、方向情報を用いて自由曲面を推定し保持してもよい。曲面の記述形式としては、2 次曲面、Coons 曲面、有理 Bezier 曲面などが利用できる。

【0079】この処理により、小平面の集合として記述する場合に比べ、曲面を少ないパラメータで精度良く記述でき、一般物体や表示対象の記述能力を向上させることができる。

【0080】以上、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することが可能である。以上、上述した本装置は、表示対象あるいは制御対象の三次元モデルをデータとして表現した初期記述を入力するものであって、上記初期記述を空間格子、または 3 角形パッチの集合として与え、かつ、三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合としての、或いは 3 角形パッチに色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合として記述し



15

て入力する入力手段と、この入力された初期記述から空間的に近接した部分領域を抽出する抽出手段と、この抽出された部分領域に対し、各点毎の色ベクトルから記述単位における正規化値を計算し比較することにより表面属性情報の類似性を判定する判定手段と、この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成し、モデルデータとして出力する統合化記述作成手段とを備えて構成する。

【0081】本装置においては、表示対象あるいは制御対象の三次元モデル初期記述を入力する手段があり、上記対象の三次元モデルを、表面属性情報を含めデータとして表現した初期記述を入力する。これは例えば、上記対象について三次元空間を格子状に分割した小領域に色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合、或いは3角形パッチに色、模様などの表面属性情報を対応させたデータの集合として記述したものであり、このようなモデル初期記述を、この入力手段により入力する。

【0082】この入力された初期記述に対し、空間的に近接した部分を抽出する手段により同一面を構成する領域の候補を抽出する。そして、この抽出された候補領域に対し、色、模様などの表面属性情報の類似性を比較する手段により、同一面を構成するかどうかの判定を行う。統合化記述を作成する手段では、この判定結果に基づき、初期記述を基に初期記述の部分領域を統合化した上記記述を作成し、これをモデルデータとして出力する。

【0083】このように、表面属性情報を有する空間格子単位記述や三角形パッチ単位記述によるモデル初期記述を与えるだけで、同一面を構成する部分の候補を抽出し、同一面を有するものであるか否かを自動的に判定して、同一面を構成する部分について統合化した記述を自動生成すると共にこれをモデルデータとして出力するようにしたので、物体や表示対象などについてのモデル記述を面単位で記述したモデル記述に自動生成できるようになるモデルデータの作成装置が得られる。

【0084】更には、統合化により得られた小領域の群に対し、曲面推定処理を施すことにより、従来の平面近似に代わる曲面表現が可能となり、記述能力が向上する。そして、面単位で統合化したモデル記述は映像作成にあたって対象の平行移動、回転などの処理を行う際に、面単位でその面に関係する格子あるいは三角形パッチが一群として扱われるので、処理しなければならないデータ数が従来のような格子単位、または3角形パッチ単位などに比べて大幅に少なくなり、従って、処理速度が大幅に改善されるなど、モデル記述を三次元CADや三次元コンピュータグラフィックス、ロボット制御、画像認識等で利用するにあたって処理が速い分、操作性も改善され、また、生産性も向上する。

【0085】

16

【発明の効果】以上、詳述したように本発明においては、三次元画像処理技術を用いることにより得られた格子単位、または3角形パッチ単位の初期記述を入力とし、空間位置、表面法線方向、表面属性の近接性判定により統合を行い、上位記述を作成することにより、面単位で対象を記述したモデル記述を得ることができるようになる。この結果、映像作成のための対象の平行移動、回転などの処理が高速化でき、操作性が向上する。

【0086】更に、統合化により得られた小領域の群に対し、曲面推定処理を施すことにより、従来の平面近似に代わる曲面表現が可能となり、記述能力が向上する。以上の作用により、三次元コンピュータグラフィックスによる映像作成や、移動ロボットの制御、画像認識のための高性能なモデルデータを供給することが可能となり、この実用的効果が多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を説明するための図であって、本発明の一実施例の全体構成を示すブロック図。

【図2】本発明の実施例を説明するための図であって、図1に示す本発明装置の構成要素間の情報の流れに対応した処理の流れ（方式）を示す図。

【図3】本発明の実施例を説明するための図であって、モデル初期記述における三次元形状情報の例を示す図。

【図4】本発明の実施例を説明するための図であって、図1に示す本発明装置の空間的近接領域抽出部2の具体的構成例を示すブロック図。

【図5】本発明の実施例を説明するための図であって、図4の構成の処理の流れを示す図。

【図6】本発明の実施例を説明するための図であって、図1に示す本発明装置の表面属性情報類似性判定部3の具体的構成例を示すブロック図。

【図7】本発明の実施例を説明するための図であって、図6の構成の処理の流れを示す図。

【図8】本発明の実施例を説明するための図であって、図1に示す本発明装置の統合化記述作成部4の具体的構成例を示すブロック図。

【図9】本発明の実施例を説明するための図であって、本発明における統合化モデル記述の内容例を模式的に示す図。

【図10】本発明の実施例を説明するための図であって、図8の構成の処理の流れを示す図。

【図11】本発明の実施例を説明するための図であって、3角形パッチを初期記述単位とする場合の例を説明する図。

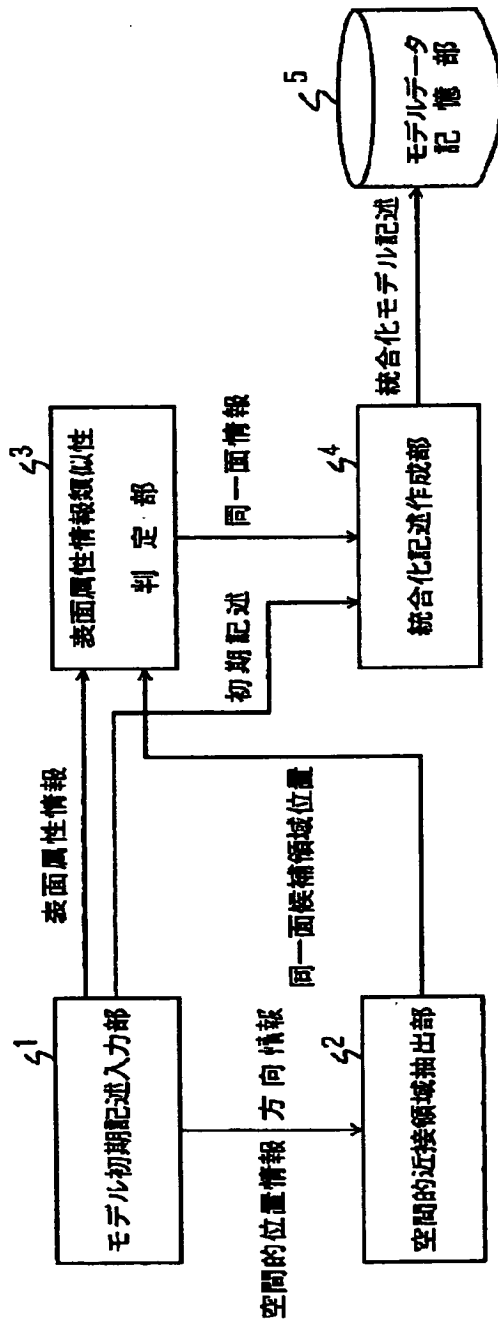
【符号の説明】

- 1…モデル初期記述入力部
- 2…空間的近接領域抽出部
- 3…表面属性情報類似性判定部
- 4…統合化記述作成部
- 5…モデルデータ記憶部

17

- 2 1 …隣接記述単位抽出部  
 2 2 …表面法線方向計算・比較部  
 2 3 …同一面候補域選択部  
 2 4 …同一面候補記憶部  
 3 1 …同一面候補領域表面属性情報抽出部

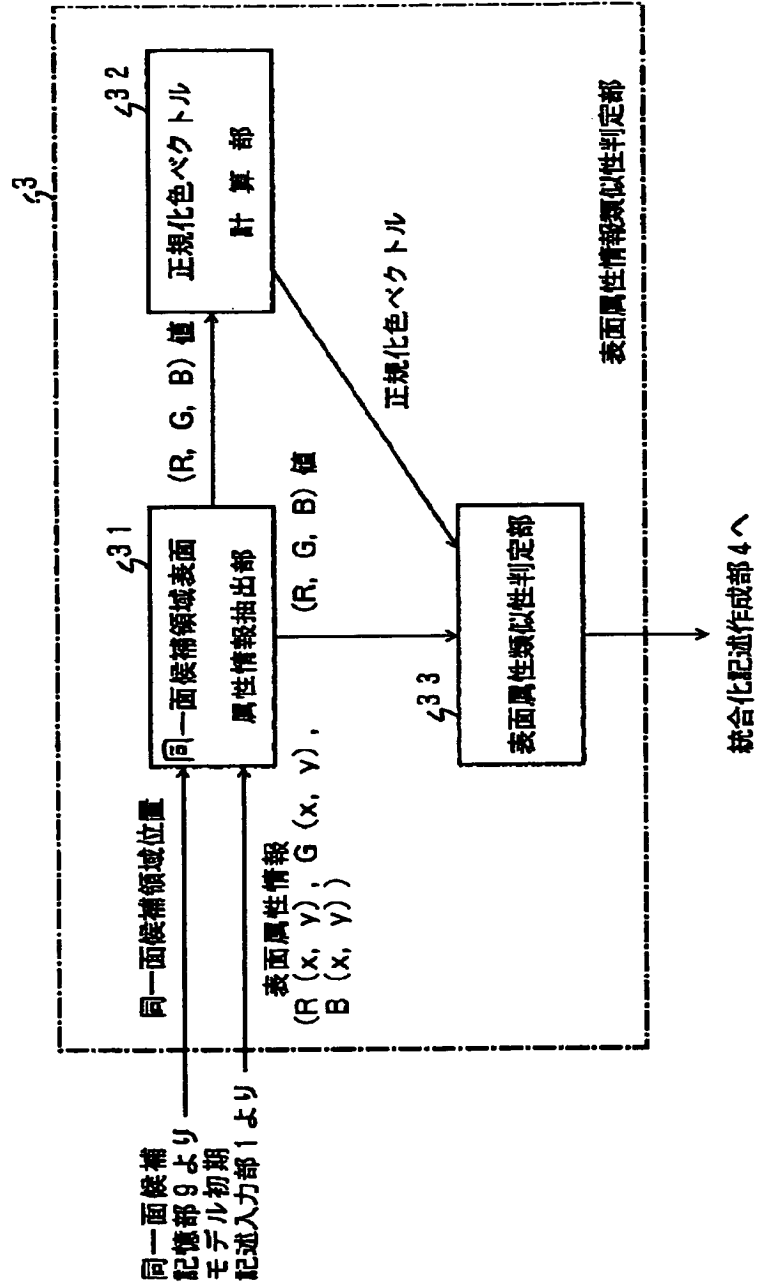
【図 1】



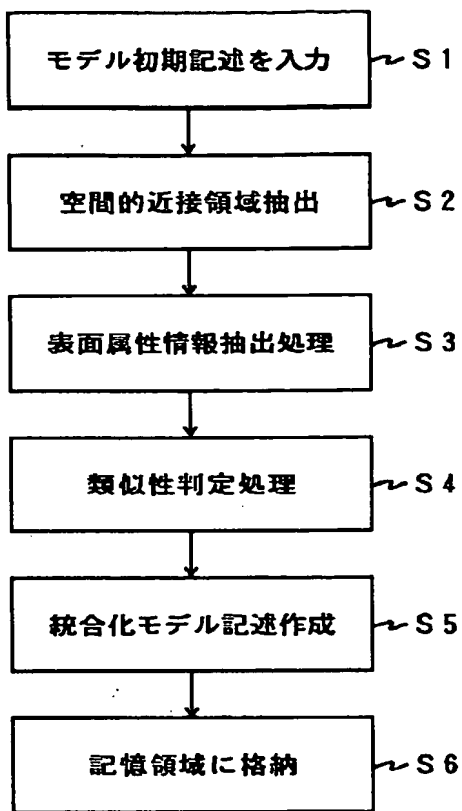
18

- \* 3 2 …正規化色ベクトル計算部  
 3 3 …表面属性類似性判定部  
 4 1 …同一面領域空間情報抽出部  
 4 2 …同一面領域表面属性情報抽出部  
 \* 4 3 …面単位モデル記述作成・管理部

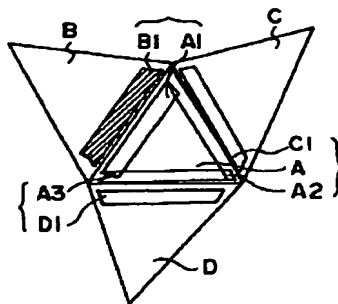
【図 6】



【図 2】

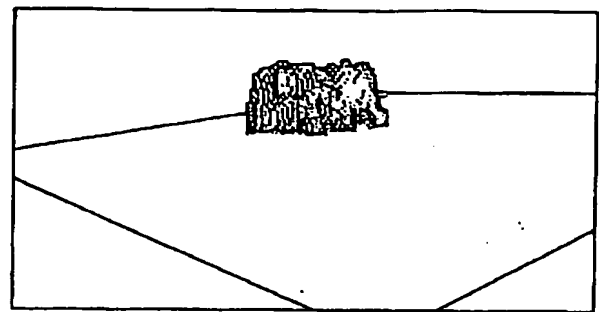


【図 11】

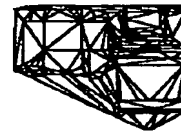


【記述単位毎の平均色ベクトル計算領域の設定】

【図 3】



(a) 空間格子単位記述

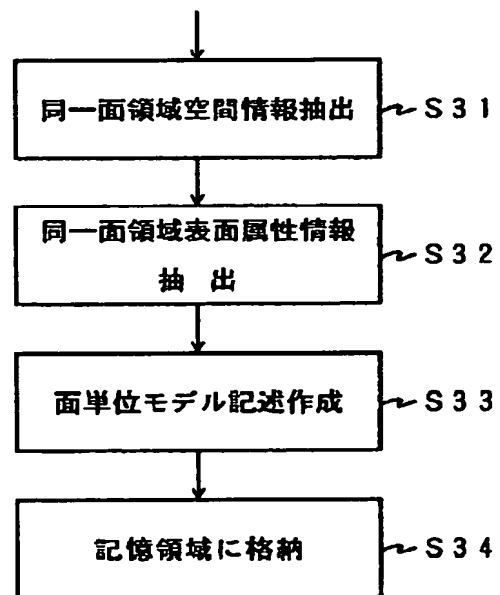


(b) 三角パッチ単位記述

【モデル初期記述】

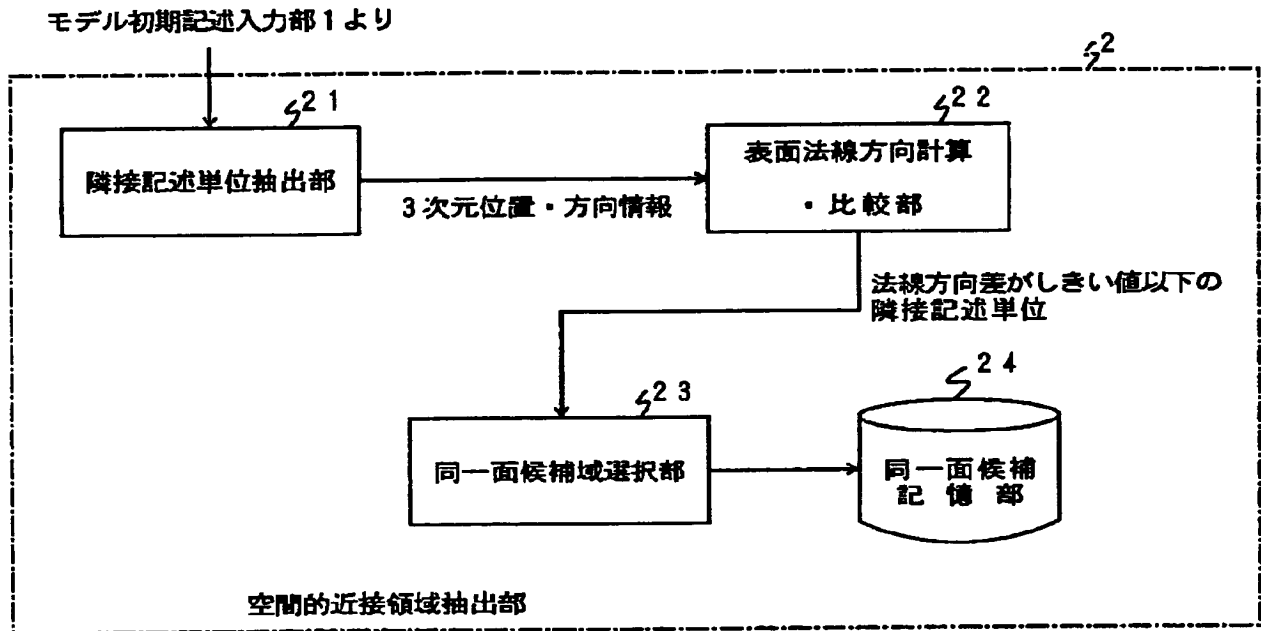
【図 10】

類似性判定処理 S4

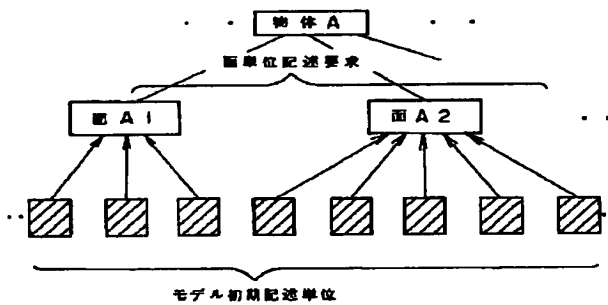


〔統合化モデル記述作成・記憶処理の流れ〕

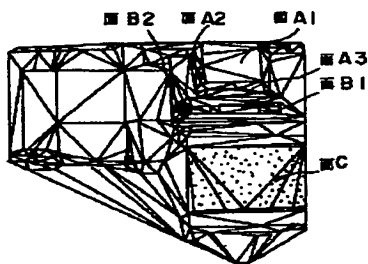
【図 4】



【図 9】

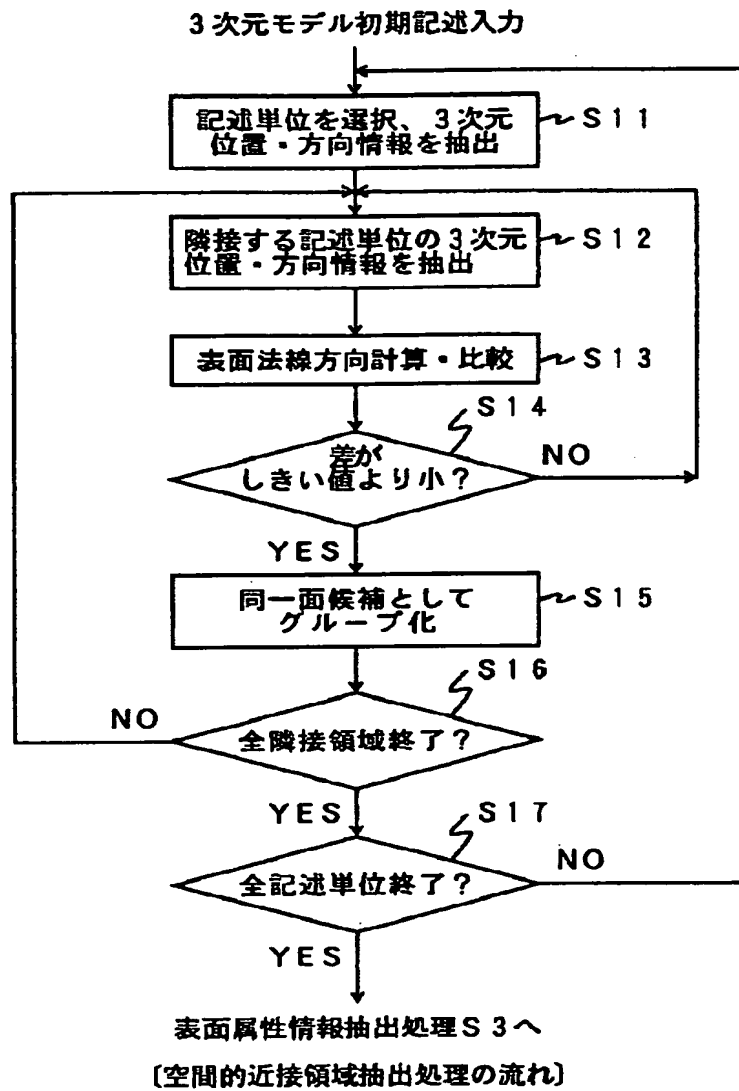


(a) 統合化記述模式図



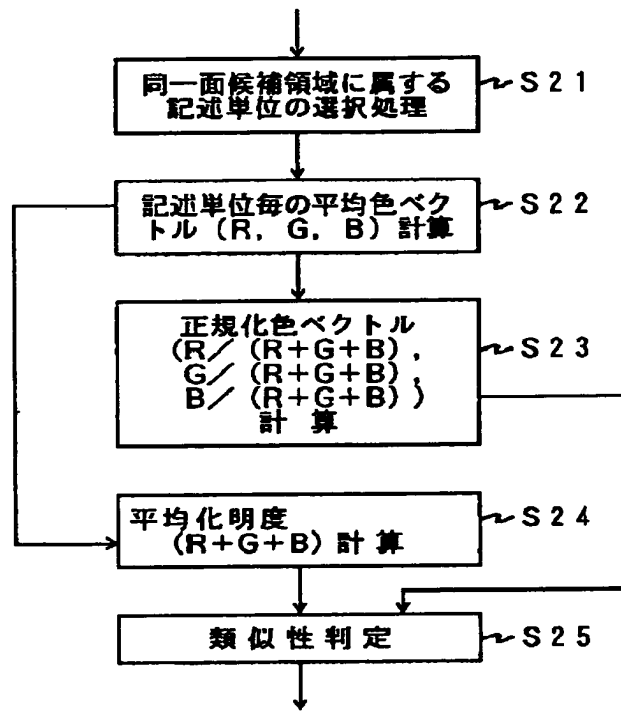
(b) 三角パッチによる初期記述 (図 3 (b)) の面単位記述例

【図 5】



【図 7】

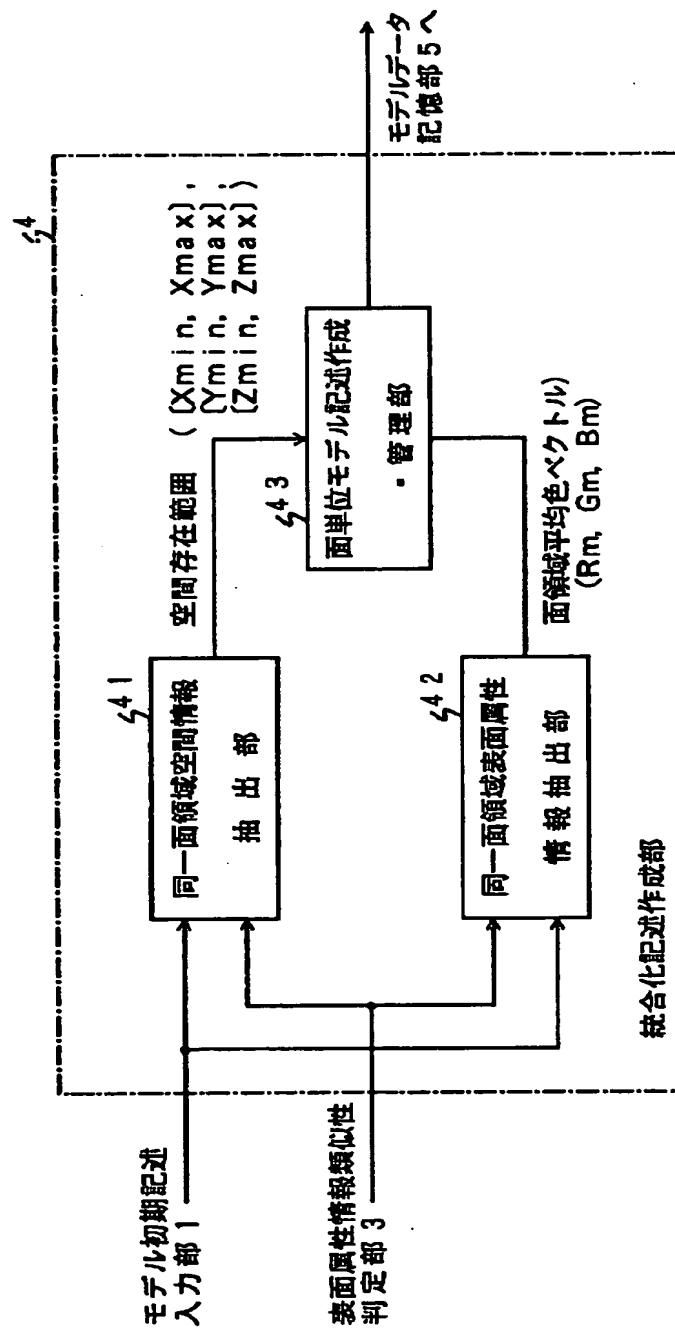
## 空間的近接領域抽出処理 S 2



統合化モデル記述作成処理 S 5 へ

〔表面属性情報類似性判定処理の流れ〕

【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 小野口 一則  
大阪府大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 30 号  
株式会社東芝関西支社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**